

CAPÍTULO IX

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA SINTETIZADA DE ÁREA DEGRADADA PELA MINERAÇÃO DE CARVÃO NA LOCALIDADE DE RIO BONITO, EM LAURO MÜLLER, SC

DOI: <http://dx.doi.org/10.18616/plan09>

Daniel Pazini Pezente - UNESCO
William de Oliveira Sant Ana - SATC
Jefferson de Faria - SATC

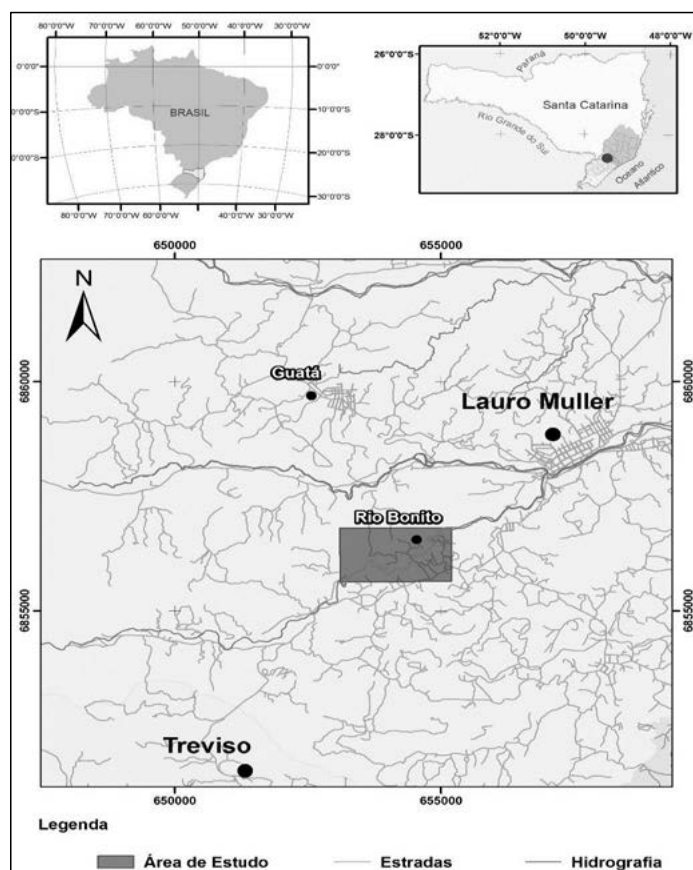
INTRODUÇÃO

A região sul do estado de Santa Catarina possui histórico de conjuntura econômica, social, cultural, política e ambiental vinculada à mineração de carvão, conhecendo-se bem a relação entre os benefícios econômicos trazidos por essa atividade, assim como os danos ambientais do passado, que constituíram os atuais passivos. Diante do quadro de degradação ambiental herdado, surgiram diversas pesquisas e trabalhos focados em diagnosticar, monitorar e/ou remediar essa problemática, inclusive por meio da proposição de métodos mais eficazes para auxiliar no Programa de Recuperação Ambiental da Bacia Carbonífera de Santa Catarina, a exemplo do Relatório de Monitoramento dos Indicadores Ambientais (BRASIL, 2012).

Nesse contexto, esta proposição metodológica objetiva sintetizar o diagnóstico da fisiografia em áreas-alvo de projetos de reabilitação ambiental (PRAD's) e mesmo de monitoramentos ambientais. Esse procedimento dar-se-á por meio de um cruzamento dos mapas de cobertura do solo, tipo de substrato e tipos de solos, por meio da junção sintética de classes resultantes, interpretações de suas quantificações, análise e avaliação da qualidade do solo, contribuindo para uma caracterização simples e fidedigna de áreas de passivo ambiental da mineração carbonífera.

A área piloto selecionada para a aplicação da metodologia situa-se no sul catarinense, na localidade de Rio Bonito, interior do município de Lauro Müller, perfazendo uma área de 244,43 ha (Mapa 1). A justificativa dessa seleção reside no fato de que o local, após o fim da atividade mineira, está em processo de recuperação ambiental, optando-se por subsidiar a caracterização física da área, com a proposição e a aplicação dessa metodologia.

Mapa 1 – Localização da área de estudo no Sul catarinense



Fonte: Elaborada pelos autores (2015).

Com base no atual Plano Diretor do Município de Lauro Müller, Lei nº 1.549/2008 (PREFEITURA MUNICIPAL DE LAURO MÜLLER, 2008), na área do Rio Bonito, a ocupação urbana é esparsa, existindo vazios urbanos, demonstrando o baixo potencial de adensamento no local. Todo o polígono da área piloto elencada, de acordo com o Plano Diretor, situa-se na Zona Rural Agroindustrial e de Mineração. O artigo 119 desse plano caracteriza esse seguimento do município de Lauro Müller como o que possui uso implementado do solo voltado à silvicultura, à pecuária e a atividades de mineração (pelo potencial de desenvolvimento de mais atividades mineiras, pela pouca aparelhagem da máquina pública e estruturas existentes e por existir baixa ocupação e adensamento populacional) (PREFEITURA MUNICIPAL DE LAURO MÜLLER, 2008).

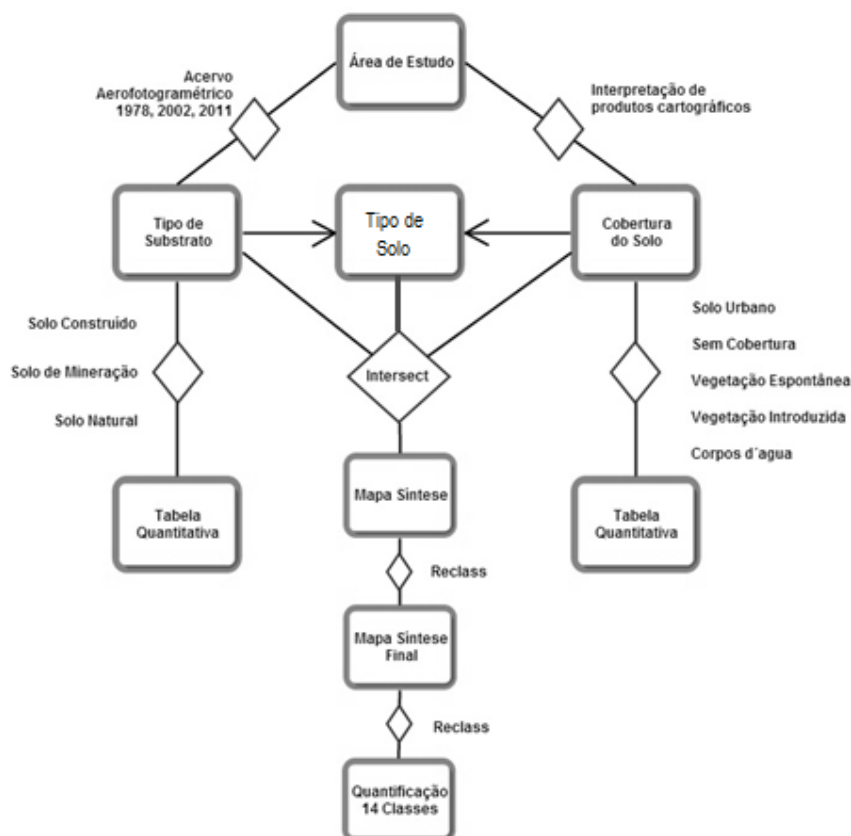
Complementa-se que dada a sua complexidade na ocupação do solo, bem como pretérito contexto mineiro, somente as informações disponibilizadas pelo Plano Diretor não são suficientes para caracterizar e orientar ações de recuperação ambiental na área piloto, tendo em vista a necessidade da individualização e espacialização de setores com diferentes fisiografias.

METODOLOGIA

A primeira etapa da metodologia consiste em propor classes de cobertura do solo, que devem ser selecionadas para este mapeamento, as quais devem exprimir fielmente a natureza física da área estudada. Para a definição de classes de cobertura, partiu-se dos estudos de Campos et al. (2009) e Souza, Campos e Gomes (2010). Da mesma forma, propõe-se a classificação dos diferentes tipos de substrato da área do Rio Bonito, assim como a classificação do tipo de solo, seguindo a metodologia proposta pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos - SiBCS (EMBRAPA, 2013).

A segunda etapa corresponde à aplicabilidade de mapeamento na área piloto, com utilização das classes de cobertura, substrato e tipos de solos definidos na primeira etapa, finalizando com o cruzamento de informações levantadas neste mapeamento. Nesta etapa, objetivou-se a aplicação de metodologia que possibilitasse o emprego de técnicas de geoprocessamento em ambiente de Sistema de Informação Geográfica – SIG (Figura 1). Conforme Marcelino (2007), a ferramenta SIG possibilita o cruzamento e a geração de informações de dados diversos, interpolando variáveis e pautando modelos que podem subsidiar tomadas de decisões.

Figura 1 – Etapas Metodológicas para a execução da proposta



Fonte: Elaborada pelos Autores (2015).

LEVANTAMENTOS EM CAMPO

O diagnóstico prévio da cobertura do solo baseou-se nas imagens de satélite GeoEye® (SIECESC, 2011). Como complemento às informações mapeadas em gabinete, foram feitos trabalhos de campo para balizar os apontamentos iniciais. Com relação à caracterização dos diferentes tipos de substrato, o levantamento das informações em campo ocorreu após consulta de fotografias aéreas datadas de 1978, de número 18537 e 18538, de voo executado pela Empresa de Serviços Aerofotogramétricos Cruzeiro do Sul S.A.

A utilização de imagens aéreas de diferentes intervalos temporais justifica-se pelo fato de que as datadas de 2011 podem elucidar condições aproximadas à realidade atual, ao passo que as da década de 70 relatam a condição em plena vigência da atividade mineira na área de estudo. Os mapas de campo foram construídos sobre essas imagens, sendo demarcados os polígonos de classes de cobertura e de substrato em diferentes níveis de informação.

Para a classificação do solo, foi percorrida toda a extensão da área do Rio Bonito, com o objetivo de delimitar os solos de ocorrência natural, ou levemente antropizados, posteriormente buscando encontrar diferenças em relação ao relevo e ao material de origem dos solos, aos fatores de formação mais heterogêneos na área e aos locais de notáveis propriedades físicas e edáficas dos solos, definindo dez pontos de amostragem e caracterização (Mapa 2).

O Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2013) adota metodologia que se baseia em um conjunto de classes definidas segundo atributos diagnósticos em um mesmo nível de generalização ou abstração. Sendo assim, a caracterização valeu-se de cortes topográficos do terreno ou de aberturas de trincheiras, destacando inteiramente, ou a maior parte, o perfil do solo para a determinação dos níveis dos atributos. Nesta fase, quatro etapas foram seguidas:



- 1ª etapa: Caracterização geral do solo e do ambiente;
- 2ª etapa: Identificação do horizonte diagnóstico superficial;
- 3ª etapa: Identificação do horizonte diagnóstico subsuperficial;
- 4ª etapa: Identificação de outras propriedades diagnósticas.

A identificação dos horizontes foi obtida por meio da visualização das zonas de transição, de acordo com a nitidez ou contraste, espessura e topografia. A profundidade do solo foi obtida por meio de um escalímetro, na posição vertical, fazendo-se coincidir seu zero com a parte superior do horizonte ou camada superficial do solo, efetuando-se a leitura de cima para baixo a partir da marca zero. A identificação dos horizontes foi obtida com o auxílio do Manual Técnico de Pedologia (IBGE, 2007). Para cada um dos horizontes ou camadas, anotou-se, então, a medida observada nos seus limites superior e inferior.

As cores dos solos e a presença de mosqueados foram definidas por meio de comparações com a carta de cores de solos Munsell® (MUNSELL SOIL COLOR COMPANY, 1975). A textura do solo foi determinada também em campo, de maneira expedita, em amostra de solo úmida, por meio de sensação do tato, esfregando-se a amostra entre os dedos após amassada e homogeneizada, e a classe textural de acordo com o Triângulo de Classes Texturais (LEMOS; SANTOS, 1996). A estrutura do solo também foi verificada em campo por meio da carta de cores de solos Munsell® (MUNSELL SOIL COLOR COMPANY, 1975) e das representações apresentadas por Capeche (2008).

O Sistema Brasileiro de Classificação de Solos define seis possíveis níveis categóricos, dos quais os quatro primeiros são os mais usuais. Para a caracterização da área de estudo, fizeram-se suficientes apenas os dois primeiros níveis: ordens e subordens, constituindo a 5ª e 6ª etapas da classificação dos solos: Identificação da Ordem de Solo com o uso da chave e Identificação da Subordem.

ELABORAÇÃO DOS MAPAS

Usou-se o *software* ArcGis 10.1 para a conversão dos dados levantados para composição dos mapas em um ambiente SIG. Esta etapa tem, basicamente, dois propósitos: primeiro, garantir a consistência geométrica dos limites das classes dos mapas, por meio da criação de topologias; segundo, para empregar rotinas de cruzamentos espaciais e a quantificação das áreas das categorias mapeadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A definição dos tipos de substrato existentes na área piloto, a classificação dos solos e das diferentes coberturas sucederam as atividades de campo, sendo elencadas três classes para substrato e cinco classes para cobertura, ou seja, foi possível encontrar até 15 diferentes associações de classes sintetizadas entre substrato/cobertura, associadas ao tipo de solo da região.

TIPOS DE SUBSTRATO E CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS

Após o mapeamento na área piloto do Rio Bonito, verificou-se que existem três diferentes substratos, os quais agrupam características peculiares e diferentes entre si, sendo possível sua aplicabilidade para outras áreas da bacia carbonífera. As três classes sugeridas são:

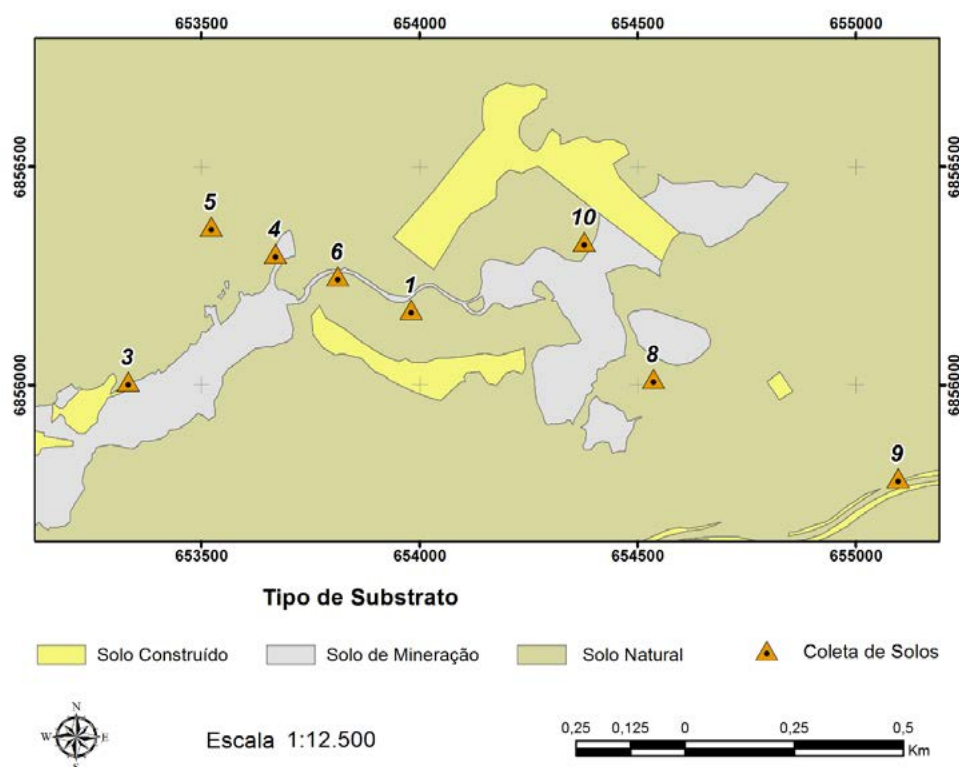
- Solo de Mineração: inclui os locais em que os passivos da mineração subterrânea e a céu

aberto são encontrados em superfície, caracterizados por conterem rochas sedimentares associadas ao carvão mineral e a nódulos de pirita (FeS_2), modificando estrutural e morfologicamente a paisagem (KALKREUTH et al., 2010). Esses materiais, oriundos do beneficiamento e/ou da descobertura da camada de carvão, foram dispostos no local, em diferentes épocas, compreendendo setores que estão sendo gradativamente urbanizados e/ou recuperados ambientalmente;

- Solo Construído: é constituído por porções em que houve a execução de atividades de recuperação ambiental, de acordo com um planejamento e critérios de remoção e/ou estabilização dos materiais contaminantes, com conformação e estruturação de substrato, visando implantar a cobertura vegetal (KÄMPF et al., 2000);
- Solo Natural: congrega as porções no interior da área em que o substrato consiste num corpo estruturalmente e texturalmente natural, organizado em horizontes, como produto de alteração das rochas *in situ*, bem como solos transportados e remanejados sob a ação da pedogênese (TROEH; THOMPSON, 2007).

O mapeamento dos tipos de substrato na área de estudo (Mapa 2), com 244,43 ha resultou em 22,58 ha de solo de mineração, 207,55 ha de solo natural e 14,3 ha de solo construído.

Mapa 2 – Mapa dos diferentes tipos de substrato na área de estudo, associados aos tipos de solos



Fonte: Elaborado pelos Autores (2015).

Nos pontos de análise e avaliação da qualidade dos solos, o matiz deles variou de 5YR a 10YR, com a grande maioria perfazendo índices 7,5YR e 10YR nos horizontes A e B (MUNSELL SOIL COLOR COMPANY, 1975). Os valores dos matizes estiveram entre 2 e 6, concentrando-se mais em 4 e 5, revelando tendência de tonalidades de matiz intermediárias, entre claras e escuras. Quanto ao croma, a variação de 2 a 8 demonstra valores mais próximos do cinza que o matiz da escala (Tabela 1).

Em relação à textura, no horizonte B (diagnóstico), observa-se uma maior contribuição da fração argila em relação ao silte e à areia, apesar de alguns pontos terem apresentado textura franco-argilo-siltosa e argilo-arenosa. A natureza coloidal da fração argila propicia uma elevada coesão e estruturação de partículas (CAPECHE, 2008), o que pode ser verificado pela grande quantidade de blocos subangulares formados e a considerável estabilidade desses blocos no horizonte B de todos os solos analisados (Tabela 2).

O atributo que mais variou, considerando-se os dez pontos distintos, foi a profundidade dos horizontes, em especial do horizonte B. Dentre eles, pôde-se identificar desde solos extremamente rasos, de profundidade menor que 30 cm (Ponto 5) até solos muito profundos, em que o horizonte C (o qual indica a presença de materiais de formação pouco intemperizados ou saprólitos) foi identificado a mais de 210 cm de profundidade (Ponto 4) (Tabela 1).

Tabela 1 – Localização dos pontos, profundidade e aspectos relacionados ao matiz dos solos amostrados na área de estudo de diagnóstico do campo Rio Bonito – Lauro Müller, SC

Ponto	Coordenada UTM		Horizonte	Profundidade (cm)	Matiz	Valor	Croma
	E	N					
1	653.981	6.856.172	A	14	10YR	3	6
			Bt	>100	10YR	4	6
2	652.986	6.855.578	A	4	7,5YR	5	8
			Bt	45	7,5YR	5	6
3	653.332	6.856.007	A	9	7,5YR	4	6
			Bt	110	7,5YR	5	8
4	653.670	6.856.300	A	10	7,5YR	4	6
			Bt	200	7,5YR	5	8
5	653.522	6.856.362	A	7	10YR	4	3
			Cg	13	7,5YR	2,5	3
6	653.813	6.856.248	A	15	10YR	5	8
			Bt	100	10YR	6	8
7	654.533	6.856.911	A	13	7,5YR	2,5	3
			Bt	70	10YR	4	6
8	654.537	6.856.013	A	10	5YR	3	4
			Bt	180	7,5YR	5	8
9	655.098	6.855.785	A	7	7,5YR	3	4
			Bt	50	7,5YR	5	8
10	654.378	6.856.328	A	7	7,5YR	2	2
			Bt	105	7,5YR	5	8

Fonte: Elaborada pelos autores (2015).

Tabela 2 – Aspectos relacionados aos atributos físicos do horizonte b dos solos amostrados na área de estudo do campo Rio Bonito – Lauro Müller, SC

Ponto	Textura	Estrutura	Coesão entre partículas
1	Argilo-siltoso	Blocos subangulares	Moderada à forte
2	Franco-argilo-siltosa	Blocos subangulares	Moderada à forte
3	Argilo-siltoso	Blocos subangulares	Moderada
4	Argilo-arenoso	Blocos subangulares	Moderada
5	Argiloso	Prismática	Muito forte
6	Argilo-siltoso	Blocos subangulares	Moderada à forte
7	Argiloso	Blocos subangulares	Moderada
8	Argilo-siltoso	Blocos subangulares	Moderada
9	Argilo-arenoso	Blocos subangulares	Moderada
10	Argilo-siltoso	Blocos subangulares	Moderada à forte

Fonte: Elaborada pelos autores (2015).

Conforme critérios do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2013), duas classes de solo, de acordo com o primeiro nível categórico, foram encontradas na área de estudo.

Nos pontos amostrados de número 1, 3, 4, 6, 8, 9 e 10 (Mapa 2), a classe é determinada como Argissolo. Para tanto, os seguintes critérios foram observados: solos constituídos por

material mineral, que têm como características diferenciais a presença de horizonte B textural de argila de atividade baixa ou alta conjugada com saturação por bases baixa ou caráter alítico. Os pontos de coleta 2 e 7 foram realizados fora da área de estudo, a fim de servirem como *checklist*, e se apresentaram semelhantes ao encontrado dentro da área.

O horizonte B textural (Bt) encontra-se imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte superficial, exceto o hístico (que não foi observado em todos os pontos analisados), sem apresentar, contudo, os requisitos estabelecidos para ser enquadrado nas classes dos Luvisolos, Planossolos, Plintossolos ou Gleissolos (também não observados) (EMBRAPA, 2013).

No solo dessa área, há um evidente incremento no teor de argila do horizonte superficial para o horizonte B, com ou sem decréscimo nos horizontes subjacentes. A transição entre os horizontes A e Bt é clara e, eventualmente, gradual. Tem profundidade variável, desde forte a imperfeitamente drenada, de cores mais amareladas e/ou brunadas. A textura varia de arenosa à argilosa no horizonte A e de média a muito argilosa no horizonte Bt, sempre havendo aumento de argila daquele para este.

No ponto amostrado de número 5, a classe é determinada como Gleissolo. Para ser enquadrado dentro dessa classe, o solo obedeceu aos seguintes critérios: solo hidromórfico, constituído por material mineral, apresentando horizonte glei dentro dos 30 cm do solo, imediatamente abaixo do horizonte A. Não apresenta textura, exclusivamente areia ou areia franca em todos os horizontes até o contato lítico, tampouco horizonte vértico ou horizonte B textural, com mudança textural abrupta acima ou coincidente com o horizonte glei ou com qualquer outro tipo de horizonte B diagnóstico acima do horizonte glei.

Esse tipo de solo, segundo Capeche (2008), encontra-se periodicamente saturado por água, sendo que essa permanece estagnada internamente. A saturação também ocorre por fluxo lateral no solo. Em qualquer circunstância, a água do solo pode se elevar por ascensão capilar, atingindo a superfície. Há presença de forte gleização, em decorrência do ambiente redutor, virtualmente livre de oxigênio dissolvido em razão da saturação por água. Esse processo é identificado por meio da manifestação de cores acinzentadas, devido à redução e à solubilização do ferro e também pela observação da precipitação de compostos ferrosos no horizonte glei (IBGE, 2007).

Em relação ao segundo nível categórico (subordem), os pontos 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9 e 10 caracterizam-se por terem solo de classificação Argissolo Amarelo, já que variaram, segundo Embrapa (2013), em matiz entre 7,5YR a 10YR na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive BA). Além do horizonte B, todos os horizontes A apresentaram matiz mais amarelado, à exceção do ponto 8, cujo matiz correspondeu a 5YR.

A subordem do solo do ponto 5 corresponde a um Gleissolo Háplico, já que não apresenta horizontes com presença de tiomorfismo, caráter sálico ou melânico (EMBRAPA, 2013).

DEFINIÇÃO DA COBERTURA DO SOLO

Dentre os critérios de mapeamento fisiográfico utilizados, enquadraram-se as observações acerca das classes de cobertura do solo (Mapa 3), definidas também de acordo com a forma de estabelecimento das comunidades vegetais. Assim, para a cobertura vegetal, componente da cobertura do solo, foram consideradas duas classes:

- **Vegetação Introduzida:** comunidade vegetal que foi estabelecida por meio de intervenção antrópica, em que a cobertura vincula-se ao uso econômico da área recuperada, a exemplo das pastagens, das culturas agrícolas e da

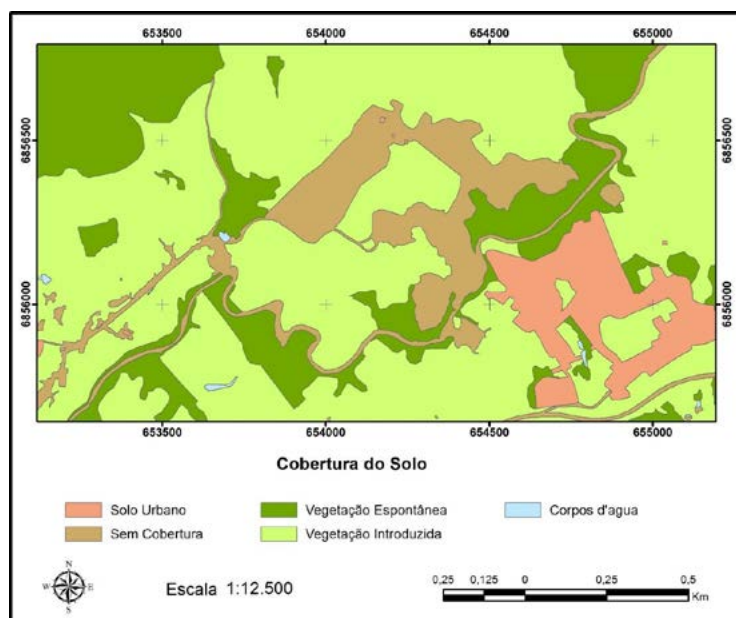
silvicultura. Essa classe é identificada por meio de características fisionômicas da vegetação, como o plantio homogêneo e/ou sistematizado;

- **Vegetação Espontânea:** essa comunidade vegetal teve seu desenvolvimento de forma natural, sem a intervenção antrópica. Nessa classe, podem ser incluídas tanto espécies nativas quanto exóticas, pertencentes a comunidades vegetais herbáceas, arbustivas ou arbóreas, que, em alguns casos, encontram-se bastante desenvolvidas, sendo semelhantes a remanescentes florestais nativos. Na escala dessa proposição não houve a distinção entre diferentes fisionomias relacionadas a essa classe.

Além das classes de cobertura vegetal, a cobertura do solo compreende também:

- **Corpos d'água:** é classificado como corpo d'água qualquer área que, ao menos, fique sazonalmente alagada. Dentro dessa classe estão as antigas cavas de mineração, que hoje são lagoas, alagadiços e banhados;
- **Solo Urbano:** são áreas que possuem uma densidade de construções residenciais e industriais, ou cercamentos e/ou loteamentos em implantação. A delimitação dessa classe é importante, do ponto de vista ambiental, pois muitas dessas áreas são zonas frágeis, propícias a invasões, cuja ocupação desordenada dificulta ou inviabiliza quaisquer ações de recuperação ambiental;
- **Sem Cobertura:** agrupam locais em que inexistente ocupação urbana ou corpos d'água, bem como a vegetação que foi suprimida ou não se desenvolveu.

Mapa 3 – Mapa das diferentes classes de cobertura do solo na área de estudo



Fonte: Elaborado pelos autores (2015).

MAPA SÍNTESE DE CRUZAMENTO

A partir do mapeamento de três classes de substrato (Mapa 2) e das cinco classes de cobertura do solo (Mapa 3), foi realizado o cruzamento das informações desses dois níveis de informação, com a finalidade de quantificar cada classe sintetizada (cobertura/substrato) em relação ao total da área de estudo.

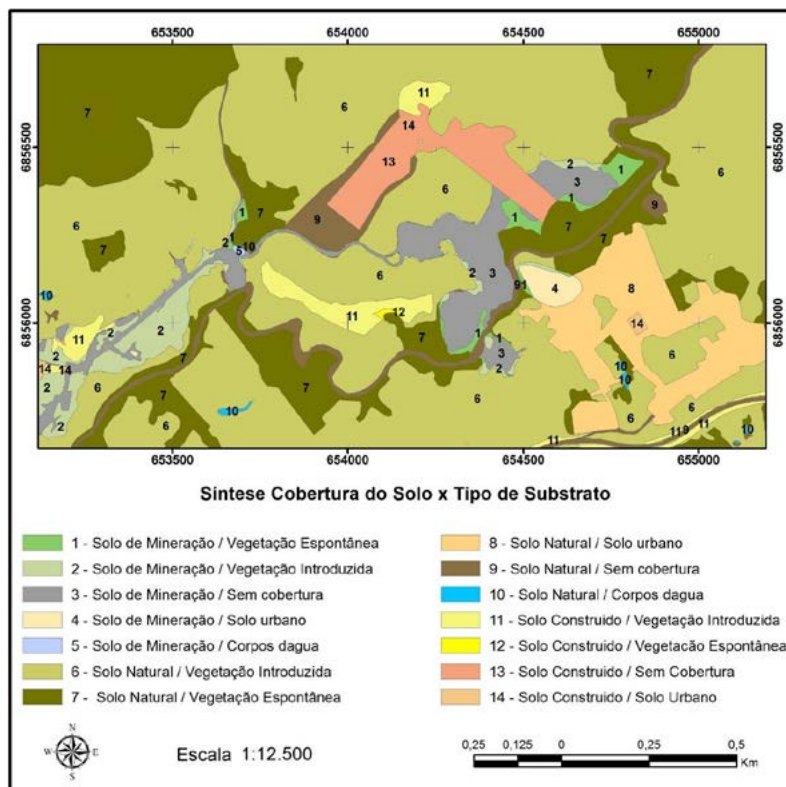
O cruzamento das informações (Tabela 3) resultou em 14 classes sintetizadas, que reúnem, conjuntamente, as características do substrato sobreposto pela cobertura do solo (Mapa 4).

Tabela 3 - Adoção de classes sintetizadas com o tipo de substrato em relação à cobertura

Classe	Substrato	Cobertura	Hectares
1	Solo de mineração	Vegetação espontânea	2,03
2	Solo de mineração	Vegetação introduzida	6,76
3	Solo de mineração	Sem cobertura	12,32
4	Solo de mineração	Solo urbano	1,40
5	Solo de mineração	Corpos d'água	0,07
6	Solo natural	Vegetação introduzida	135,01
7	Solo natural	Vegetação espontânea	47,22
8	Solo natural	Solo urbano	15,62
9	Solo natural	Sem cobertura	9,39
10	Solo natural	Corpos d'água	0,31
11	Solo construído	Vegetação introduzida	5,86
12	Solo construído	Vegetação espontânea	0,13
13	Solo construído	Sem cobertura	7,95
14	Solo construído	Solo urbano	0,37
TOTAL			244,43

Fonte: Elaborada pelos Autores (2015).

Mapa 4 – Mapa síntese do cruzamento dos tipos de substrato e classes de cobertura na área de estudo



Fonte: Elaborado pelos Autores (2015).

Quanto ao substrato, no interior da área de estudo, há a predominância de solo natural, com 207,55 ha; os solos de mineração respondem por 22,58 ha e os solos construídos perfazem 14,30 ha. Conforme a Tabela 3, verifica-se que as classes sintetizadas de 1 a 5 congregam coberturas alocadas sobre o solo de mineração. As classes de 6 a 10 estão associadas ao solo natural, enquanto as de número entre 10 e 14 se referem ao solo construído.



No que se refere à cobertura do solo na área de estudo, preponderam as classes sintetizadas 6 e 7, que correspondem às vegetações introduzida e espontânea, respectivamente, desenvolvidas sobre solo natural. Também é interessante mencionar que a ausência de cobertura é majoritária sobre os solos de mineração e sobre os solos construídos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposição desta metodologia de cruzamento de diferentes níveis de informação envolvendo a conceituação de três classes de tipos de substrato, cinco de cobertura do solo e a classificação do tipo de solo demonstrou-se apta para o rápido reconhecimento de uma área de estudo. A aplicação desse método na área piloto do Rio Bonito forneceu subsídios para a interpretação acerca de 14 classes sintetizadas, concluindo-se que predominam no local solos naturais com características de Argissolos Amarelos. Nas classes indicativas de solo de mineração e de solo construídos, a ausência de cobertura é majoritária.

A definição de Argissolo Amarelo na maioria da área de estudo, associada às condições de relevo altamente ondulado, gera informações de um solo com grande restrição ao uso agrícola devido à sua baixa fertilidade, acidez, teores elevados de alumínio e susceptibilidade a processos erosivos, principalmente nas áreas com relevo acentuado. Esse tipo de solo tende a ser mais susceptível à erosão, devido à relação textural, que resulta em diferentes níveis de infiltração dos horizontes superficiais para os subsuperficiais.

A constatação das características do solo, bem como da sua cobertura, pode orientar o diagnóstico ambiental dessa área, fornecendo subsídios adequados para posteriores projetos executivos de recuperação, uma vez que na ausência de cobertura em solos de mineração construídos, e mesmo em solos naturais, pode desencadear processos erosivos e de lixiviação.

Salienta-se que esta metodologia vem sendo empregada pelo Núcleo do Meio Ambiente do CTCL/SATC na elaboração de projetos de recuperação de áreas degradadas pela mineração de carvão, portanto, trata-se de método já comprovadamente útil para traçar estratégias de abordagens diferenciadas para cada grau de impacto mapeado.

A continuidade desta pesquisa caminha para relacionar as classes sintetizadas com o uso futuro previsto nos planos diretores municipais, buscando a padronização das ações de recuperação para cada subtipo do mapa síntese.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Justiça Federal. 1ª Vara Federal de Criciúma, SC. **6º Relatório de Monitoramento dos Indicadores Ambientais**. Processo n. 2000.72.04.002543-9. Criciúma, 2012. 218 p.

CAMPOS, J. J. et al. Ferramenta para monitoramento ambiental de áreas degradadas pela mineração de carvão. In: ENCONTRO DE TRATAMENTO DE MINÉRIOS E METALURGIA EXTRATIVA, 23, 2009, Gramado. **Anais...** Gramado: UFRGS, 2009, v. 2, p. 403.

CAPECHE, C. L. **Noções sobre tipos de estruturas do solo e sua importância para o manejo conservacionista**. Comunicado técnico 51. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2008, p. 1-6.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 2013. 353 p.



INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Manual Técnico de Pedologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2007.

KALKREUTH, W. et al. Depositional setting, petrology and chemistry of Permian coals from the Paraná Basin: 2. South Santa Catarina Coalfield, Brazil. **International Journal of Coal Geology**, v. 84, p. 213-236, 2010.

KÄMPF, N. et al. Solos construídos em áreas de mineração da Bacia Carbonífera. In: CENTRO DE ECOLOGIA DA UFRGS. **Carvão e meio ambiente**. Porto Alegre: UFRGS, 2000, p. 596-640.

LEMOES, R. C. de.; SANTOS, R. D. dos. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 3. ed. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1996, p. 83.

MARCELINO, E. V. **Desastres Naturais e Geotecnologias: Conceitos Básicos**. Santa Maria: INPE, 2007.

MUNSELL SOIL COLOR COMPANY. **Munsell soil color charts**. 1 v. Baltimore: [s.n.], 1975. 117p.

PREFEITURA MUNICIPAL DE LAURO MÜLLER. **Plano Diretor Participativo de Lauro Müller/SC**: Lei nº 1549/2008. Lauro Müller: PMLM, 2008. 127p. Disponível em: <<http://www.lauromuller.sc.gov.br/conteudo/?item=27435&fa=5596&PHPSESSID=8dgl8q75o805mjb7uipbta0q81>>. Acesso em: 26 dez. 2012.

SERVIÇOS AEROFOTOGRAFÉTRICOS CRUZEIRO DO SUL S.A. **Foto Aérea**. Santa Catarina, 1978, n. 18537 e 18538. Escala 1:25.000.

SINDICATO DA INDÚSTRIA DE EXTRAÇÃO DE CARVÃO DO ESTADO DE SANTA CATARINA - SIECESC. **Imagens de Satélite GeoEye®**. Criciúma: SIECESC, 2011.

SOUZA, M. G. R.; CAMPOS J. J.; GOMES, C. J. B. Correlação espaço-temporal do monitoramento da cobertura do solo em áreas mineradas por carvão em Santa Catarina. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 8., 2010, Guarapari. **Anais ...** Guarapari: SOBRADE, 2010. 1 CD.

TROEH, F. H.; THOMPSON, L. M. **Solos e Fertilidade do Solo**. 6. ed. São Paulo: Andrei, 2007. 718p.